

# Implementasi *Augmented Reality* Pada Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Materi Fotosintesis Untuk Siswa Kelas 5 SD Budi Luhur Pondok Aren

Fenty E.M.A,MKom<sup>1</sup>, Rayi Pradono I.,MSc<sup>2</sup>, Dewi Nurochmah<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi,  
Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta 15412

E-mail : [fenty.eka@uinjkt.ac.id](mailto:fenty.eka@uinjkt.ac.id)<sup>1</sup>, [rayi.iswara@gmail.com](mailto:rayi.iswara@gmail.com)<sup>2</sup>, [dewi.nurrochmah@gmail.com](mailto:dewi.nurrochmah@gmail.com)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Pemanfaatan *Augmented Reality* pada media pembelajaran yang bersifat interaktif bertujuan untuk menarik minat belajar siswa dan membantunya memperoleh pengalaman yang berbeda dalam mendapatkan informasi mengenai visualisasi proses fotosintesis. Aplikasi ini diberi nama *PlantAR* dan dikembangkan menggunakan metode pengembangan aplikasi menggunakan IMSDD (*Interactive multimedia system design and development*) yang mempunyai empat tahapan, yaitu (1) *system requirement*, yaitu mengumpulkan kebutuhan system yang akan dikembangkan; (2) *design consideration*, yaitu membuat desain interaktif dari aplikasi *PlantAR*; (3) *implementation*, yaitu membuat antarmuka interaktif menggunakan *Adobe Flash CS3* dan pembuatan *Augmented Reality* menggunakan software *3DMax* serta stage editor *Openspace3D*; (4) *evaluation*, ditinjau dari aspek interaksi manusia dan komputer, kualitas perangkat lunak dan aspek manfaat pembelajaran. Berdasarkan hasil evaluasi, aplikasi pembelajaran fotosintesis ini dapat membantu siswa dalam mendapatkan visualisasi proses fotosintesis dengan pengalaman baru dan menarik, serta membantu guru dan siswa dalam menciptakan proses pembelajaran fotosintesis secara berbeda dan lebih menarik. Dari hasil kuisioner kepada 60 responden yang terdiri dari siswa kelas 5 SD Budi Luhur disimpulkan bahwa 83% siswa menyatakan bahwa desain animasi 3D pada media pembelajaran *PlantAR* ini mudah digunakan dan menarik minat belajar.

**Kata Kunci:** 3D, Visualisasi, Fotosintesis, *Augmented Reality*

## 1. PENDAHULUAN

Menurut Woodruff belajar tidak terjadi tanpa ada minat atau perhatian. Keller menyatakan bahwa dalam kegiatan pembelajaran minat atau perhatian tidak hanya dibangkitkan melainkan juga harus dipelihara selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Oleh karena itu, guru harus memperhatikan berbagai bentuk dan memfokuskan pada minat atau perhatian dalam kegiatan pembelajaran [2]. Pengelolaan motivasional menjadi bagian integral dan esensial dalam setiap proses pembelajaran. Secara operasional strategi pengelolaan motivasional untuk membangkitkan dan mempertahankan perhatian dengan menggunakan hal-hal yang baru, yang mengherankan, yang tidak layak, atau peristiwa-peristiwa tidak menentu dalam kegiatan pembelajaran salah satunya dapat dilakukan dengan cara menggunakan efek audio visual seperti animasi dalam pembelajaran [6].

*Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan atau tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi, lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara *realtime*. Sistem ini berbeda dengan *Virtual Reality* (VR) yang sepenuhnya merupakan *virtual environment*. *Augmented Reality* mengkombinasikan informasi digital dengan dunia nyata di mana pengguna dapat merasakannya sebagai satu kesatuan. Kelebihan utama dari *Augmented Reality* dibandingkan *Virtual Reality* adalah pengembangannya yang lebih mudah dan murah [5].

*Augmented Reality* merupakan inovasi dari *computer graphics* yang dapat menyajikan visualisasi dan animasi dari sebuah model objek. Para peneliti memanfaatkan bidang ini sebagai salah satu cara baru untuk meningkatkan pembelajaran dan menambah pengetahuan. Seperti yang terdapat dalam *Augmented Reality in Education* menurut Karen Hamilton dan Jorge Olenewa [4], berbagai potensi dan keuntungan dari penerapan teknologi *Augmented Reality* untuk pendidikan, antara lain salah satunya yaitu memiliki kekuatan untuk menarik siswa dengan cara yang sebelumnya tidak memungkinkan dan memberikan kebebasan bagi siswa dalam melakukan proses penemuan dengan cara mereka sendiri.

Hal tersebut diatas menjadi pemicu bagi implementasi teknologi *Augmented Reality* pada visualisasi proses fotosintesis untuk sekolah dasar. Informasi atau materi yang biasanya diperoleh dalam bentuk buku, disajikan dengan cara yang berbeda, yaitu menggabungkan konten digital dan dunia nyata secara *realtime*. Hal ini bertujuan agar dapat menumbuhkan motivasi siswa dalam kegiatan belajar, sebab dalam Strategi Pembelajaran Sekolah Terpadu, salah satu cara yang dapat digunakan untuk membangkitkan dan menjaga minat atau perhatian siswa adalah dengan menggunakan cerita, analogi, sesuatu yang baru, menampilkan sesuatu yang lain/aneh yang berbeda dari hal biasa dalam pembelajaran [3].

Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented Reality*, yang diberi nama **PlantAR** ini dibatasi pada hal-hal dibawah ini:

1. Penggunaan *augmented reality* difokuskan pada informasi mengenai visualisasi proses fotosintesis. Adapun informasi tersebut berupa animasi 3D yang dibuat dengan menggunakan Autodesk 3Ds Max 2011.
2. Pembuatan aplikasi ini dikembangkan untuk desktop dan tidak terhubung dengan internet.
3. Sistem *augmented reality* menggunakan *marker based tracking* dengan intensitas cahaya dan jarak yang sesuai antara marker dengan webcam.
4. Marker atau penanda yang digunakan untuk menampilkan objek tidak sembarang citra melainkan yang sudah dikenali oleh sistem.
5. Perancangan *augmented reality* ini menggunakan Openspace3D.
6. Tidak membahas mengenai *security* dan keamanan data multimedia.
7. Penelitian ini tidak membahas hal-hal yang berkaitan dengan keilmuan sains mengenai proses fotosintesis secara mendalam melainkan hanya menampilkan informasi materi yang sesuai untuk sekolah dasar.

Metodologi yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini yaitu dengan menggunakan metode IMSDD (*Interactive Multimedia System Design dan Development Cycle*).

#### 1. Analisis Kebutuhan Sistem

Beberapa fungsi tahapan ini adalah *System Definition, User's profile and needs, Hardware and Software Consideration, Delivery Consideration*.

#### 2. Pertimbangan Desain

Langkah ini mencakup metafora desain, format dan tipe informasi, Struktur navigasi.

#### 3. Implementasi

Tahap implementasi terdiri atas membuat prototipe dari sistem dan melakukan *beta test* terhadap *prototype*.

#### 4. Evaluasi

Pada tahapan ini sistem dievaluasi terhadap tujuan sebelumnya.

## 2. PENGEMBANGAN APLIKASI **PlantAR**

Berikut ini akan dijelaskan tahap-tahap pengembangan aplikasi PlantAR yang menggunakan metode IMSDD (*Interactive Multimedia System Design dan Development Cycle*).

### 2.1 Analisa Kebutuhan Sistem

Menganalisis kebutuhan media pembelajaran interaktif dari mendefinisikan sistem, profil pengguna, kebutuhan perangkat baik *hardware, software* maupun perangkat lain yang dapat membantu dalam mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality* pada media pembelajaran fotosintesis untuk sekolah dasar.

#### 2.1.1 Mendefinisikan sistem

PlantAR merupakan aplikasi pembelajaran fotosintesis dengan penerapan teknologi *Augmented Reality*. Informasi yang ditampilkan secara *Augmented Reality* saat ini difokuskan pada visualisasi proses fotosintesis. Selain itu terdapat konten pendukung lainnya dalam aplikasi yang mencakup pengenalan tumbuhan hijau, apa itu fotosintesis, manfaat fotosintesis bagi makhluk hidup serta soal evaluasi.

Animasi proses fotosintesis dibuat secara 3D dengan bantuan tools Autodesk 3Ds Max 2011, sedangkan animasi mengenai manfaat fotosintesis bagi makhluk hidup serta *interface* PlantAR dibuat dengan menggunakan Adobe Flash CS3. Visualisasi proses fotosintesis secara *Augmented Reality* hanya berjalan apabila pengguna memiliki sebuah *webcam* dan marker berupa gambar yang telah di kenali oleh sistem.

Dalam menampilkan visualisasi, PlantAR memiliki dua sistem yaitu pada saat marker diarahkan ke depan webcam maka secara langsung akan tampil visualisasi proses fotosintesis berupa animasi 3D dan mengikuti arah gerakan marker. Selain itu juga disaat yang bersamaan pada saat marker ditampilkan di hadapan webcam, akan tampil button 'tanpa marker' yang apabila di klik oleh user maka sistem akan menampilkan visualisasi proses fotosintesis tanpa mengikuti arah gerakan marker.

### 2.1.2 Kebutuhan dan Profil Pengguna

Berdasarkan observasi di SD Budi Luhur Pondok Aren, ditentukan bahwa target pengguna aplikasi ini adalah 60 orang siswa kelas 5 SD dan Guru IPA.

Definisi Profil pengguna : Memiliki kemampuan menggunakan komputer dengan tingkat rendah atau sedang, tidak cacat penglihatan, pendengaran dan tidak buta huruf dan tidak cacat tangan.

### 2.1.3 Kebutuhan *Software* dan *Hardware*

#### 2.1.3.1 Tahap pengembangan

Kebutuhan *hardware* dan *software* yang digunakan pada saat membangun plantAR adalah sebagai berikut :

##### 1. *Hardware*

- Processor Core I3*
- Monitor 15"
- RAM 4 GB ddr3
- Hardisk 320 GB*
- Lain – lain: *Mouse, Keyboard, Sound Card, Speaker active, Microphone, Webcam, Speaker, CD Drive, Printer.*

##### 2. *Software*

- Sistem operasi Windows
- Adobe Illustrator CS3 untuk membuat image berbasis vector
- Adobe Photoshop CS3 untuk memanipulasi *still image*
- Autodesk 3D MAX 2011 untuk membuat *modelling* dan animasi proses fotosintesis.
- Adobe Flash CS3 untuk membuat animasi 2D manfaat fotosintesis bagi makhluk hidup dan membuat *interface* menjadi interaktif.
- Ulead Video Studio 11 untuk membuat video *tutorial* penggunaan aplikasi.
- Audacity untuk merekam suara narasi manfaat fotosintesis
- Openspace3D editor untuk membuat sistem *Augmented Reality* dan mengintegrasikan seluruh konten serta *interface*, sehingga menjadi aplikasi yang dapat berinteraksi dengan user.

#### 2.1.3.2 Tahap Implementasi

##### 1. Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk menjalankan perangkat ajar berbasis multimedia ini dengan baik dan lancar, pengguna membutuhkan komputer atau laptop dengan spesifikasi perangkat keras tertentu. Berikut spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan oleh pengguna:

Spesifikasi minimal :

- Processor Core 2 Duo*, dianjurkan Core i3 atau lebih.
- Resolusi Monitor: 1280 x 800,
- VGA Card: 1 GB
- Memori RAM: 2 GB
- Lain – lain: *Mouse, Keyboard, Sound Card, Webcam, Speaker, CD Drive, Printer.*

##### 2. Kebutuhan Perangkat Lunak

Ada juga perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mengoperasikan aplikasi plantAR ini adalah:

- Microsoft Windows
- Scol Player
- PlantAr.exe

### 2.1.4 Pertimbangan *Delivery*

Media pembelajaran ini akan *didelivery* atau didistribusikan secara online atau offline. Secara online dapat menggunakan sarana internet, sehingga siswa SD dapat mengakses media pembelajaran ini secara langsung. Sedangkan secara offline menggunakan media *compact disc* (CD), *flash disc*, atau media penyimpanan yang sejenisnya.

## 2.2 Pertimbangan Desain

### 2.2.1 Metafora Desain

Acuan yang digunakan untuk mendesain aplikasi PlantAR ini adalah buku paket IPA kelas 5 Sekolah Dasar. Metafora desain bertujuan untuk mengambil fakta dari dunia nyata yang kemudian dikembangkan dalam desain aplikasi. Salah satu metafora desain yang penulis gunakan yaitu dengan mengacu kepada materi mengenai topik fotosintesis, serta dengan melihat target *user*.

Berdasarkan materi fotosintesis pada buku tersebut diketahui bahwa sebagian besar fotosintesis terjadi pada tumbuhan hijau. Oleh karena itu desain yang digunakan pada aplikasi ini banyak menggunakan unsur alam dan tumbuhan hijau baik dari segi perancangan ilustrasi, maupun pemilihan warna. Adapun pola interaksi menu yang penulis rancang dalam aplikasi ini meliputi informasi mengenai pengenalan tumbuhan hijau, penjelasan fotosintesis, visualisasi proses fotosintesis serta manfaatnya bagi makhluk hidup, dan evaluasi

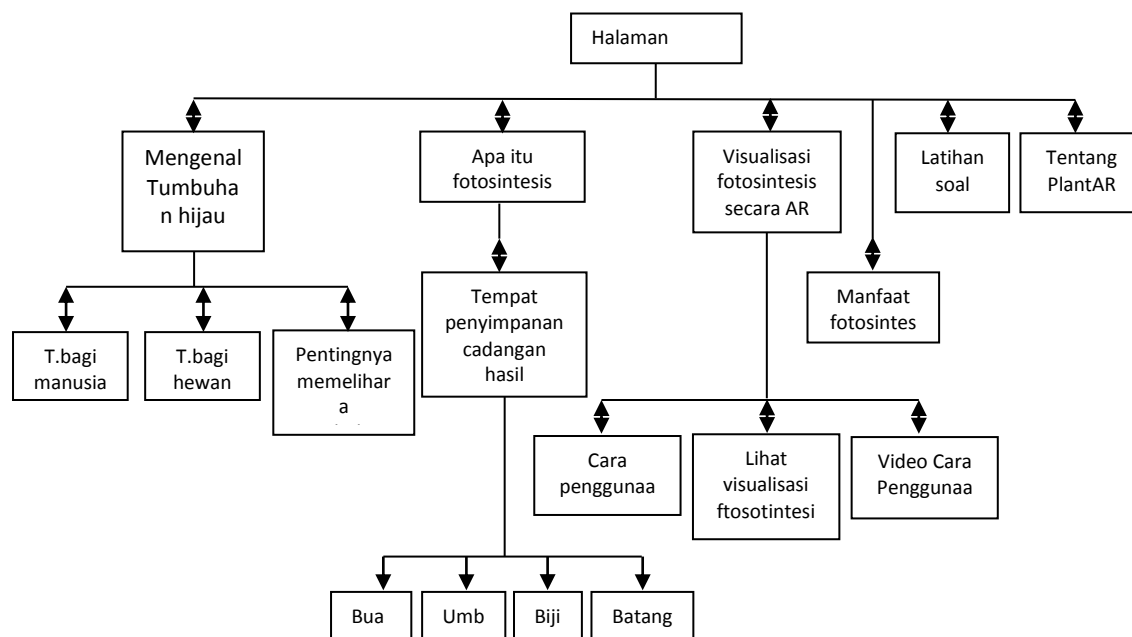
### 2.2.2 Format dan Tipe Informasi

Adapun format file dan tipe informasi yang diintegrasikan ke dalam aplikasi PlantAR adalah:

Tabel 1: Format dan Tipe Informasi

No	Jenis	Format
1	Animasi	.SWF
2	Gambar	.PNG/.JPEG/
3	Objek 3D	.MESH/ .SCENE
4	Audio	.WAV
5	Video	.FLV
6	Autorun Aplikasi Final	.EXE

### 2.2.3 Struktur Navigasi



Gambar 1. Struktur Navigasi PlantAR

Struktur navigasi aplikasi plantAR disusun dengan model komposit. Di dalam aplikasi PlantAR, user yang berada pada halaman utama dapat menuju halaman apa itu fotosintesis, bagaimana proses fotosintesis, manfaat fotosintesis, latihan soal dan tentang plantar. Selanjutnya pada halaman bagaimana proses fotosintesis terjadi terdapat navigasi untuk menuju halaman cara penggunaan, melihat proses fotosintesis secara *Augmented Reality*, dan melihat video tutorial penggunaan *Augmented Reality*. Pada halaman manfaat fotosintesis berisi mengenai manfaat fotosintesis yang dijelaskan melalui animasi 2D. Kemudian pada halaman latihan soal terdapat beberapa kuis dengan pertanyaan seputar fotosintesis. Sedangkan halaman 'tentang PlantAR' berisi penjelasan umum mengenai aplikasi ini dan apa itu *Augmented Reality*.

## 2.3 Implementasi

### 2.3.1 Prototype

Pada tahap prototype menjelaskan tentang implementasi sistem yang dibuat berupa penjelasan dari pembangunan aplikasi.

### 2.3.1.1 Pembuatan Interface

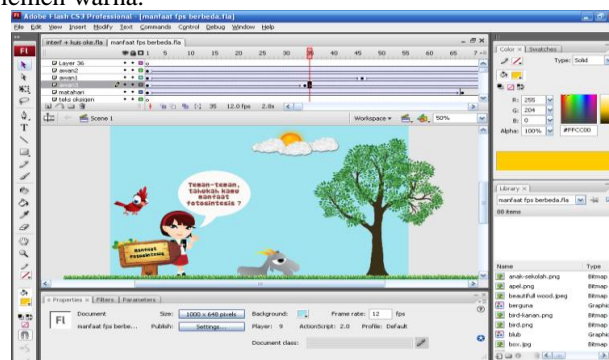
*Interface* halaman multimedia interaktif pada aplikasi ini dirancang dengan menggunakan Adobe Flash CS3. *Interface* terdiri dari beberapa *button* untuk mengontrol konten dan menuju halaman yang diinginkan. Pada menu utama aplikasi PlantAR terdapat tombol “Apa itu fotosintesis”, “bagaimana proses fotosintesis terjadi”, “apa saja manfaat fotosintesis”, “latihan soal”, dan “halaman tentang PlantAR”.



Gambar 2. Pembuatan *interface* dengan menggunakan Adobe Flash CS3

### 2.3.1.2. Pembuatan Animasi 2D Manfaat Fotosintesis bagi Makhluk Hidup

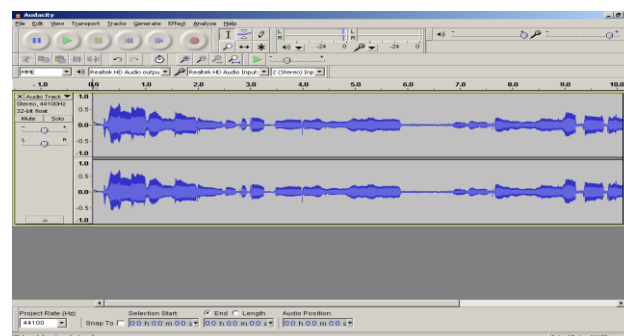
Tahap yang dilakukan dalam pembuatan Animasi 2D ini menggunakan Adobe Flash CS3 yang selanjutnya akan disimpan dalam format .swf. Adapun desain animasi 2D masih mengacu kepada desain *interface* aplikasi yaitu dari segi penggunaan ilustrasi dan elemen warna.



Gambar 3. Perancangan animasi 2D

### 2.3.1.3. Editing human voice

Proses perekaman suara dilakukan untuk memberikan narasi pada animasi manfaat fotosintesis bagi makhluk hidup, sehingga user dapat lebih mengerti animasi yang berjalan. Proses perekaman dilakukan dengan menggunakan *software* Audacity yang kemudian hasilnya di ekspor dalam bentuk .wav dan dimasukkan ke dalam animasi manfaat fotosintesis.

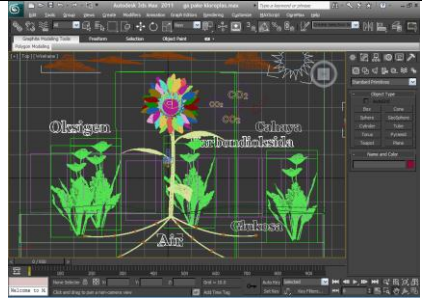
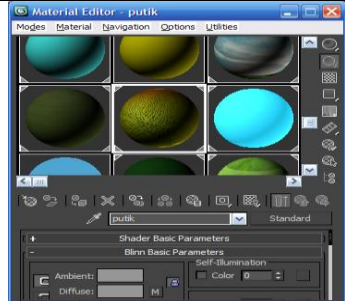



Gambar 4. Perekaman suara narasi dengan Audacity

### 2.3.1.4. Pembuatan Animasi 3D Proses Fotosintesis

Tahap yang dilakukan dalam pembuatan Animasi ini terdiri dari *modelling*, *texturing* dan *animation* yang dibuat dengan menggunakan Autodesk 3d Max 2011.

Tabel 2. Tahap Pembuatan Animasi

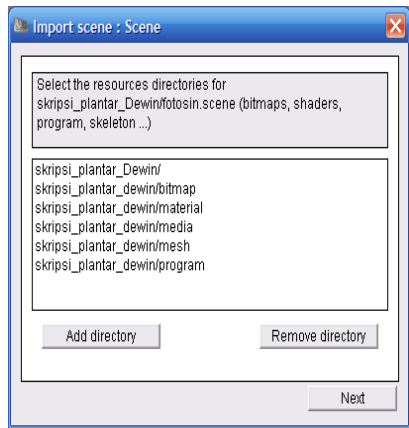
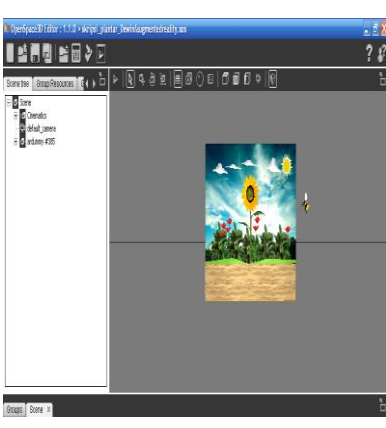
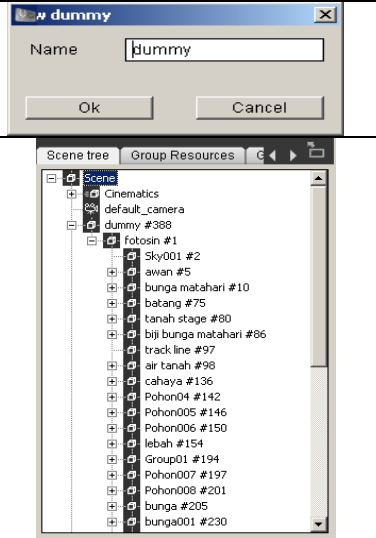
1. Pembuatan Modelling	2. Pemberian Texture	3. Animasi
Objek 3D yang dibuat berasal dari objek <i>default</i> pada <i>standard primitive</i> maupun <i>shapes</i> yang terdapat di 3D Max yang kemudian diubah menjadi bentuk <i>mesh</i> ataupun <i>poly</i> . Kemudian diedit sesuai bentuk yang diinginkan menggunakan beberapa <i>modifier</i> yang dibutuhkan. Pada tahap modeling ini, diberi pencahayaan menggunakan <i>omni light</i> sehingga objek tidak gelap dan dapat terlihat jelas.	Setelah pembuatan objek tahap selanjutnya adalah pemberian material dan texture berupa bitmap pada setiap objek sehingga terlihat lebih <i>real</i> . Pemberian texture berupa gambar harus dilakukan dengan teliti agar tekstur yang diberikan sesuai bentuk objek, kemudian dilakukan <i>mapping</i> dengan <i>modifier Unwrap UVW</i> .	Jenis animasi yang digunakan dalam visualisasi proses fotosintesis ini terdiri beberapa jenis animasi yaitu <i>animation path</i> , animasi per keyframe dengan perpindahan objek, rotate maupun scale objek, animasi dengan <i>curve editor</i> dan parameter <i>X Rotation</i> serta mengubah <i>Out of Range Types</i> menjadi grafik Ping-pong, keyframe terduplikasi secara otomatis berulang kali.
		

Selanjutnya setelah object dan animasi visualisasi proses fotosintesis selesai dibuat, maka tahap selanjutnya adalah dengan melakukan ekspor objek 3D tersebut menjadi sebuah file .scene dengan menggunakan plugin *Easy Ogre Exporter* yang sebelumnya sudah diinstall terlebih dahulu pada 3D MAX. Hal ini dilakukan agar objek 3D dapat diimport ke dalam Openspace 3D editor dan dilakukan tahap implementasi selanjutnya yaitu pembuatan sistem *Augmented Reality* serta *authoring interface* sehingga menjadi aplikasi yang utuh.

### 2.3.1.5. Pembuatan Augmented Reality

Visualisasi proses fotosintesis yang telah dibuat dengan menggunakan 3DMax dan di *export* menjadi bentuk .scene, selanjutnya di *import* ke dalam *stage editor* Openspace3D.

Tabel 3. Tahap Pembuatan Augmented Reality


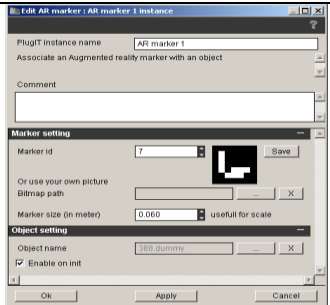
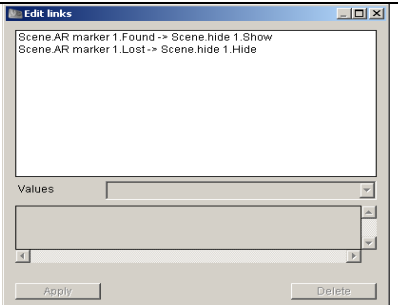
1. Import Scene ke Openspace 3D	2. Objek Ada di Openspace 3D	3. Membuat Dummy Objek
		

Dummy pada Openspace 3D bertujuan agar objek mudah di atur secara keseluruhan. Kemudian memindahkan semua .mesh menjadi son of dummy. Setelah itu mengatur animasi tiap objek dan menggabungkan seluruh animasi dari objek, sehingga menjadi satu animasi dengan animation editor.

Dalam membuat *Augmented Reality* tentunya membutuhkan marker sebagai *tracking* untuk menampilkan objek visualisasi proses fotosintesis..


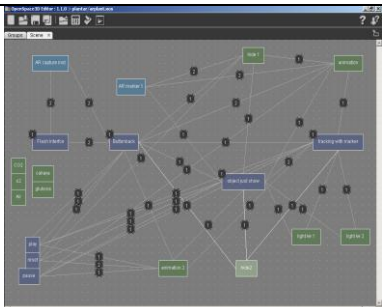
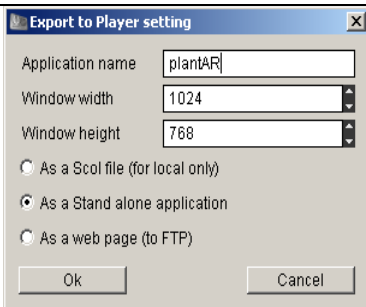


Tabel 4. Tahap Pembuatan Marker

1. Pembuatan Marker	2. Menambahkan PlugIT AR	3. Menghubungkan Relasi PlugIT AR
Marker atau penanda berupa gambar yang telah ditentukan untuk mengenali sistem. Pembuatan marker berwarna hitam ini, karena lebih ekonomis Sedangkan pola marker ini merupakan <i>id</i> marker yang bernilai 7 yang terdapat dalam Openspace 3D, sebab plantAR terdiri dari tujuh huruf	Menambahkan PlugIT AR Capture, Hide dan AR Marker.	Menghubungkan relasi PlugIT. Cara menambahkan plugIT pada Openspace 3D yaitu dengan mengklik kanan layar scene dan memilih jenis plugIT yang dibutuhkan.
		

Tahap berikutnya adalah penyelesaian (*finishing*) yang terdiri dari tahapan editing animasi 3D.

Tabel 5. Tahap Editing Animasi 3D

1. Mengedit Video	2. Menggabungkan File	3. Menghubungkan Relasi PlugIT AR
<i>Editing</i> video dilakukan untuk membuat video <i>tutorial</i> mengenai cara pemakaian aplikasi <i>Augmented Reality</i> ini. Proses perekaman video ini dilakukan dengan menggunakan <i>software</i> <i>Screenrecorder</i> sedangkan proses pengeditan video dilakukan dengan menggunakan Ulead video studio 11	Penggabungan file-file dengan <i>interface</i> dilakukan di Openspace 3D dengan memberikan interaksi relasi antara plugIT <i>Flash interface</i> , <i>Augmented Reality</i> , animasi, <i>capture camera</i> , button pada layar <i>capture</i> , audio.	Langkah selanjutnya yaitu dengan mengekspor aplikasi menjadi bentuk .exe yaitu sebagai <i>stand alone application</i>
		

### 2.3.2 Testing

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap aplikasi yang telah dibuat. *Beta test* yang dilakukan oleh guru mata pelajaran IPA Kelas 5 SD Budi Luhur Pondok Aren terhadap prototype aplikasi, untuk menguji unjuk kerja dari aplikasi. Pengujian yang diterapkan yaitu berupa *Black Box testing* yang berfokus pada kebutuhan fungsional program, berupa kesesuaian output aplikasi dengan input yang diterima aplikasi. Testing terdiri dua tahap yaitu:

#### 1. Testing terhadap *interface* PlantAR

Pengguna menguji antarmuka aplikasi dilakukan dengan mencoba semua fungsi tombol, teks, audio, video dan semua komponen multimedia aplikasi yang lain.

#### 2. Testing terhadap *augmented reality*


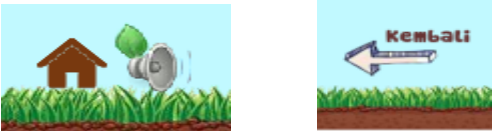




Pengguna menggunakan marker dan mendekatkan kearah kamera, kemudian aplikasi menampilkan animasi pembelajaran sesuai dengan yang diharapkan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara fungsional aplikasi PlantAR ini sudah memenuhi kebutuhan system yang disyaratkan.

### 2.4 Evaluasi

Setelah tahap implementasi dengan *prototyping* dilakukan, peneliti menyesuaikan tahap ini dengan delapan aturan emas desain antarmuka (*The Eight Golden Rules Of Interface Design*) yang dikemukakan oleh Ben Shneiderman. Hasil evaluasi dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Aplikasi

No.	Aturan	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Konsisten		Konsistensi dalam PlantAR dapat dilihat pada jenis dan ukuran tulisan, bentuk menu – menu, bentuk tombol – tombol, dan penggunaan warna yang senada.
2.	Shortcuts		Pada setiap halaman utama dibuat <i>shortcut</i> berupa menu-menu yang dapat digunakan pengguna untuk melihat isi menu secara tepat
3.	Umpan balik yang Informatif		Setiap <i>user</i> telah menjawab soal maka akan muncul <i>pop-up</i> yang menunjukkan informasi benar atau salahnya jawaban dari <i>user</i> .
4.	Adanya penutupan		Pada menu Latihan soal, saat <i>user</i> selesai mengerjakan soal – soal yang diberikan akan muncul layar yang menyebutkan hasil skor dan komentar mengenai nilai yang diperoleh.
5.	Pencegahan Kesalahan		Apabila pengguna melakukan kesalahan maka aplikasi tidak akan memberikan umpan balik yang berakibat fatal, seperti jika pengguna salah mengarahkan posisi marker maka aplikasi tidak akan error tetapi ditangani dengan tampilnya visualisasi dengan posisi yang tidak sesuai.
6.	Pembalikan AKsi		Dengan meletakkan button <i>kembali</i> pada setiap halaman memudahkan pengguna untuk mengeksplorasi aplikasi tanpa khawatir untuk kembali ke halaman sebelumnya.
7.	Pusat Kendali		Pengguna dapat mengendalikan aplikasi tanpa merasa dikontrol oleh sistem karena aplikasi ini dirancang dengan menggunakan interaksi manusia dan komputer yang <i>user friendly</i>
8.	Ingatan Jangka Pendek yang dikurangi		Tampilan <i>interface</i> dibuat sederhana dengan tidak menggunakan banyak tombol, <i>shortcut</i> dan <i>hypertext</i> atau <i>hyperpicture</i> pada setiap halaman dan adanya kekonsistenan dalam peletakan <i>control content</i> , dapat memudahkan pengguna dalam mengingat alur dari pengguna aplikasi.

### 3. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, *augmented reality* dapat diimplementasikan pada aplikasi pembelajaran interaktif untuk siswa kelas 5 sekolah dasar dengan materi fotosintesis. Berdasarkan hasil evaluasi, aplikasi ini terbukti sesuai dengan delapan aturan perancangan antarmuka, sehingga pengguna merasakan adanya peningkatan minat belajar pada siswa karena mereka menemukan suatu metode belajar yang baru. Tentunya teknologi *augmented reality* ini dapat dikembangkan pada bidang terapan yang lain seperti periklanan, simulasi dan lain nya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Damayanti, Puti, dkk. *IPA Alam Sekitar Kita SD Kelas V*. Jakarta : Yudhistira, 2010.
- [2] FitzGerald, Elizabeth; Adams, Anne; Ferguson, Rebecca; Gaved, Mark; Mor, Yishay and Thomas, Rhodri *Augmented reality and mobile learning: the state of the art*. In: 11th World Conference on Mobile and Contextual Learning (mLearn 2012), 16-18 Oct 2012, Helsinki, Finland, pp. 62–69.
- [3] Hamadi, IIF Khouru, dkk. *Strategi pembelajaran sekolah terpadu – Pengaruhnya terhadap konsep, mekanisme, dan proses pembelajaran sekolah swasta dan negeri*, Jakarta : Prestasi Pustaka Publisher), 2011.
- [4] Hamilton, Karen & Olenewa, Jorge., *Augmented Reality in Education*, 2010.
- [5] Kaufmann, Hannes., *Collaborative Augmented Reality in Education*, Education and Information Technologies 5:4 (December 2002), pp. 263-276
- [6] Shneiderman, Ben and Plaisant, Catherine. *Designing The User Interface*, 5<sup>th</sup> Ed. Addison-Weasley, USA, 2010.
- [7] Wena, Made. *Strategi pembelajaran inovatif kontemporer suatu tinjauan konseptual oprasional*. Jakarta : Bumi Aksara, 2009